

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-289417

(P2002-289417A)

(43) 公開日 平成14年10月4日 (2002.10.4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 1 F 1/14		B 2 2 F 1/00	Y 4 K 0 1 8
B 2 2 F 1/00		3/00	B 5 E 0 4 1
3/00		C 2 2 C 38/00	3 0 3 S
C 2 2 C 38/00	3 0 3	38/50	
38/50		H 0 1 F 1/22	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-123837(P2001-123837)

(22) 出願日 平成13年4月23日 (2001.4.23)

(31) 優先権主張番号 特願2001-9783(P2001-9783)

(32) 優先日 平成13年1月18日 (2001.1.18)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 松谷 伸哉

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 高橋 岳史

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合磁性材料、磁性素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 トランスやチョークコイル等の小型化あるいは高周波領域での使用に十分適応できる優れた絶縁性および磁気特性を有する、複合磁性材料を提供することを目的とする。

【解決手段】 軟磁性合金粉末と絶縁性結着剤からなる複合磁性材料において、前記軟磁性合金粉末の組成が、
1 w t % ≤ 成分 A ≤ 7 w t % でかつ 0. 0 5 w t % ≤ 酸素 (O) ≤ 0. 6 w t %、0. 0 1 w t % ≤ マンガン (Mn) ≤ 0. 2 w t % で残部が鉄 (F e) であり、前記成分 A がシリコン (S i)、アルミ (A l)、クロム (C r)、ニッケル (N i)、ニオブ (N b)、カルシウム (C a)、チタン (T i)、マグネシア (M g) の内、少なくとも一つを含むことを特徴とする複合磁性材料とすることにより、絶縁性と磁気特性に優れた複合磁性材料を提供することができる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 軟磁性合金粉末と絶縁性結着剤からなり、複合磁性材料において、前記軟磁性合金粉末の組成が、 $1\text{wt}\% \leq \text{成分A} \leq 7\text{wt}\%$ でかつ $0.05\text{wt}\% \leq \text{酸素(O)} \leq 0.6\text{wt}\%$ 、 $0.01\text{wt}\% \leq \text{マンガン(Mn)} \leq 0.2\text{wt}\%$ で残部が鉄(Fe)であり、前記成分Aがシリコン(Si)、アルミ(Al)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、ニオブ(Nb)、カルシウム(Ca)、チタン(Ti)、マグネシア(Mg)の内、少なくとも一つを含むことを特徴とする複合磁性材料。

【請求項2】 軟磁性合金粉末と絶縁性結着剤からなる複合磁性材料において、前記軟磁性合金粉末の組成が、 $1\text{wt}\% \leq \text{成分A} \leq 7\text{wt}\%$ でかつ $0.05\text{wt}\% \leq \text{酸素(O)} \leq 0.6\text{wt}\%$ 、 $0.01\text{wt}\% \leq \text{マンガン(Mn)} \leq 0.2\text{wt}\%$ 、 $0.01\text{wt}\% \leq \text{カーボン(C)} \leq 0.2\text{wt}\%$ で残部が鉄(Fe)であり、前記成分Aがシリコン(Si)、アルミ(Al)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、ニオブ(Nb)、カルシウム(Ca)、チタン(Ti)、マグネシア(Mg)の内、少なくとも一つを含むことを特徴とする複合磁性材料。

【請求項3】 軟磁性合金粉末の平均粒径が $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下で構成されていることを特徴とする請求項1または2記載の複合磁性材料。

【請求項4】 前記成分Aがシリコン(Si)を含み、前記軟磁性合金粉末の保磁力が 1200A/m 以下であることを特徴とする請求項1、2または3記載の複合磁性材料。

【請求項5】 請求項1から4のいずれか一つに記載の複合磁性材料を、加圧して成形したことを特徴とする磁性素子。

【請求項6】 前記複合磁性材料を加圧後、熱処理を施してなることを特徴とする請求項5記載の磁性素子。

【請求項7】 請求項1または2記載の複合磁性材料の中に、コイルが埋設されていることを特徴とする請求項5または6記載の磁性素子。

【請求項8】 請求項1から4のいずれか一つに記載の軟磁性合金粉末に未硬化状態の熱硬化性樹脂を混合した後に、顆粒状粉末とする工程と、この顆粒状粉末を金型の中にコイルと共にに入れて加圧成形する工程と、加熱によってこの熱硬化性樹脂を硬化させる工程を含むことを特徴とする磁性素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、変圧器、電動機、チョーク、ノイズフィルター等に用いられる高性能な金属系複合磁性材料に関し、特に磁芯用の軟磁性材料として用いられる複合磁性材料、磁性素子およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、電気・電子機器の小型化が進み、小型で高効率の磁性材料が要求されており、高周波で用いられるチョークコイルとしては、比較的保持力が小さいフェライト磁芯や圧粉磁芯が使用されている。これらのうち、フェライト磁芯は飽和磁束密度が小さいという欠点を有している。これに対して、金属磁性粉末を成形して作製される圧粉磁芯は、軟磁性フェライトに比べて著しく大きい飽和磁束密度を有しているため小型化に有利である。ここで、高い飽和磁束密度、高い透磁率を得るためには、金属磁性粉末の充填率を高くする必要があり、そのために高圧で圧縮成形することが行われている。

【0003】一方、圧粉磁芯のコア損失は、通常ヒステリシス損失と渦電流損失よりなるが、渦電流損失は、周波数の二乗と渦電流が流れるサイズの二乗に比例して増大するので、金属磁性粉末表面に電気絶縁性樹脂等を覆うことにより渦電流の発生を抑制するようにしている。また、圧粉磁芯の成形が通常数 ton/cm^2 以上の成形圧力で行われるために、磁性体として歪みが増大するとともに透磁率が劣化し、ヒステリシス損失が増大する。これを回避するために、歪みを解放することが行われ、例えば特開平6-342714号公報、特開平8-37107号公報、特開平9-125108号公報に記載されているような成形後の熱処理が行われている。

【0004】また、コイルを金属複合磁性体の中に埋設することにより、優れた磁気的特性を有する磁性素子が提案されている。例えば、特開昭54-163354号公報、特開昭61-136213号公報は、樹脂にフェライトを分散させたものを用いている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のとおり、軟磁性合金粉末と絶縁性結着剤からなる複合磁性材料において、成形密度が最終的な製品密度になるためには、数 ton/cm^2 以上の高圧成形が通常必要となる。そのため、金属粉体同士が直接接触したり、金属粉体の塑性変形により絶縁性が破れるために、渦電流損失が増加する等の問題が発生している。また、金属複合磁性材料中にコイルを埋設した磁性素子においても、圧縮成形時に磁性粉末による機械的ストレスでコイルの絶縁被膜が破壊される可能性が高いのに加え、樹脂にフェライトを分散させたものにおいては、フェライトの充填率に限界があるため、飽和磁束密度が低く、直流重畳特性が悪いといった問題が起きている。

【0006】一方、圧縮により生じた歪みを除去する熱処理では、その熱処理に耐え得る絶縁性結着剤あるいはコイルを用いる必要があり、実際には、コイルを内蔵した磁性素子においては、熱処理が行えず、優れた磁気的特性を得ることが困難となっている。

【0007】以上の問題点を鑑み、本発明は、従来の技

術における課題を解決し、複合磁性材料または磁性素子の絶縁性を維持し、優れた特性を有する複合磁性材料、磁性素子およびその製造方法を提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明の複合磁性材料は、軟磁性合金粉末と絶縁性結着剤からなる複合磁性材料において、前記軟磁性合金粉末の組成が、 $1\text{wt}\% \leq \text{成分A} \leq 7\text{wt}\%$ でかつ $0.05\text{wt}\% \leq \text{酸素(O)} \leq 0.6\text{wt}\%$ 、 $0.01\text{wt}\% \leq \text{マンガン(Mn)} \leq 0.2\text{wt}\%$ で残部が鉄(Fe)であることを特徴とする複合磁性材料、あるいは、軟磁性合金粉末と絶縁性結着剤からなる複合磁性材料において、前記軟磁性合金粉末の組成が、 $1\text{wt}\% \leq \text{成分A} \leq 7\text{wt}\%$ でかつ $0.05\text{wt}\% \leq \text{酸素(O)} \leq 0.6\text{wt}\%$ 、 $0.01\text{wt}\% \leq \text{マンガン(Mn)} \leq 0.2\text{wt}\%$ 、 $0.01\text{wt}\% \leq \text{カーボン(C)} \leq 0.2\text{wt}\%$ で残部が鉄(Fe)である複合磁性材料であることを特徴とする。ここで、成分Aは、シリコン(Si)、アルミ(Al)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、ニオブ(Nb)、カルシウム(Ca)、チタン(Ti)、マグネシア(Mg)の内、少なくとも一つを含むことを特徴とする。また、軟磁性合金粉末の平均粒径が $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0009】なお、前記成分Aがシリコン(Si)を含む場合は、前記軟磁性合金粉末の保磁力が 1200A/m 以下であることが、ヒステリシス損失を低減させる上で好ましい。

【0010】また、本発明の磁性素子は、前記複合磁性材料を加圧成形してなることを特徴とし、好ましくは、加圧後、熱処理を施して成形する。なお、前記複合磁性材料の中に、コイルを埋設することもできる。

【0011】さらに、本発明の磁性素子の製造方法は、前記軟磁性合金粉末に、未硬化状態の熱硬化性樹脂を混合した後に顆粒状粉末とする工程と、この粉末を金型中にコイルと共に入れて加圧成形する工程と、加熱によってこの熱硬化性樹脂を硬化させる工程を含むことを特徴とする。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0013】本発明で用いる軟磁性合金粉末は、その組成が、 $1\text{wt}\% \leq \text{成分A} \leq 7\text{wt}\%$ でかつ $0.05\text{wt}\% \leq \text{酸素(O)} \leq 0.6\text{wt}\%$ 、 $0.01\text{wt}\% \leq \text{マンガン(Mn)} \leq 0.2\text{wt}\%$ で残部が鉄(Fe)であり、成分Aとしてシリコン(Si)、アルミ(Al)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、ニオブ(Nb)、カルシウム(Ca)、チタン(Ti)、マグネシア(Mg)の内、少なくとも一つを含む。この製造方法としては、水アトマイズ法、ガスアトマイズ法、インゴット粉砕法等があるが、特に製造方法にはよらず、上記組成か

らなるものであればよい。また、粉末形状は、球状、偏平状、多角形状のいずれであってもよいが、略球状であれば、圧縮成形において、緻密な複合磁性材料を得ることができる。なお、粉末の大きさは、その平均粒径が $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。渦電流の低減に効果的であり、より好ましくは $50\mu\text{m}$ 以下である。平均粒径が $1\mu\text{m}$ 未満になると、成形密度が小さくなるため、透磁率が低下して好ましくない。

【0014】また、軟磁性合金粉末の保磁力 H_c は、小さければ小さいほどコア損失が低減するが、好ましくは 1200A/m 以下である。

【0015】次に、この軟磁性合金粉末の結着剤として、絶縁性結着剤と混合し、複合磁性材料とする。絶縁性結着剤としては、各種樹脂等を用いることができるが、高絶縁性を得るためには、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ブチラール樹脂、有機シリコーン樹脂等の有機系樹脂を用いるのが好ましい。そして、軟磁性合金粉末と絶縁性結着剤とを混合した複合磁性材料を加圧成形する。加圧することにより、軟磁性合金粉末の充填率が高くなり、高飽和磁束密度および高透磁率を得ることができる。ここで、一般に加圧する圧力が高ければ高いほど、軟磁性合金粉末の充填率が高くなるが、軟磁性合金粉末には、加圧による圧縮歪みが生じる。この圧縮歪みは、軟磁性合金粉末の磁性特性に影響を与え、その劣化の原因となる。そこで、圧縮歪みを解放するために、加圧成形後に熱処理を行うことで、磁気的特性が優れた複合磁性材料を得ることができる。

【0016】また、この複合磁性材料の中に、コイルを埋設することも可能であり、特にコアとコイル間の絶縁耐電圧を向上することができる。この場合は、コイルを入れた金型等に、軟磁性合金粉末および絶縁性結着剤を入れ、加圧成形を経て熱処理を施した後、金型より取り出し、コイル内蔵型の磁性素子を得ることができる。なお、より詳細には、製造した軟磁性合金粉末に適量の絶縁性結着剤を混合したものを顆粒状粉末とし、その顆粒状粉末をコイルと共に金型等に入れる。このとき、絶縁性結着剤として熱硬化性樹脂を用いることにより、歪み解放の熱処理と同時に樹脂を硬化させることができる。

【0017】上記のとおり、本発明では、高飽和磁束密度 (1.5T 以上) を有する鉄(Fe) $90\text{wt}\%$ 以上の金属粉末に、マンガン(Mn)と酸素(O)を上記組成で構成した場合、絶縁性特に絶縁耐電圧に優れ、かつ磁気的特性に優れた複合磁性材料または磁性素子を見出した。理由は、今のところ必ずしも明確とはなっていないが、マンガン(Mn)の酸化物が金属粉末表面から内部に、ある程度拡散することにより、絶縁耐電圧が向上しているものと考えられる。成分Aとして、シリコン(Si)、アルミ(Al)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、ニオブ(Nb)、カルシウム(Ca)、チタン(Ti)、マグネシア(Mg)は $7\text{wt}\%$ 以下の範囲

内であれば、磁気特性を極端に劣化させない。また、成分Aが1wt%以上であることにより、金属粉体自身の比抵抗値が上昇し渦電流損失が低減するものと思われる。成分Aの二つ以上の組み合わせであっても、全体として1wt%から7wt%の範囲内であれば、同様な効果がある。

【0018】また、高飽和磁束密度(1.5T以上)である鉄(Fe)90wt%以上の金属粉体に、マンガン(Mn)と酸素(O)、カーボン(C)を上記組成で構成する場合、絶縁耐電圧と磁気特性が向上することも見出した。理由は、今のところ必ずしも明確とはなっていないが、マンガン(Mn)の酸化物が金属粉体表面から内部に拡散していることにより、絶縁耐電圧が向上すると共に、熱処理時にカーボン(C)の還元性のため緻密化が進み磁気特性が向上しているものと考えられる。

【0019】なお、軟磁性合金粉末に、上記組成以外の不純物あるいは添加剤が含まれていたとしても、その量が少量であれば、同様な効果がある。

【0020】以下、本発明のより具体的な実施の形態として、実施例をあげて説明する。

【0021】(実施例1)(表1)に示す軟磁性合金粉末を、ガスアトマイズ法で作成した。平均粒径はすべて

10~20 μ mで、かつ保磁力Hcは300~600A/mであった。得られた粉末に、ビスフェノールA型樹脂を4重量部加えて良く混合し、メッシュを通して整粒した。次に、1mm径の被覆銅線を用いて、内径5.5mmの2段積み4.5ターンコイルを準備した。整粒粉末を、金型にコイルと共にに入れて、圧力約3.5t/cm²で加圧成形し、金型より取り出した後、約125℃にて約1時間加熱処理して硬化させた。そして、サイズ12.5mm×12.5mm×厚さ3.4~3.6mmのコイル内蔵磁性素子を得た。

【0022】インダクタンスL値を周波数500kHz、電流値30Aで測定した。またコイルが埋設された磁性素子で重要な特性であるコイルとコア間の絶対耐電圧は、電圧100~500Vまで100V刻みで高くしながら電気抵抗を測定し、電気抵抗が急激に低下する電圧を求め、その直前の電圧をもって絶縁耐電圧とした。用途によって若干異なるが、インダクタンスL値が1.0 μ H以上、好ましくは1.2 μ H以上、かつ絶縁耐電圧200V以上が必要となる。評価結果を(表1)に示す。

【0023】

【表1】

試料No.	組成(wt%)				L値(μ H)	絶縁耐電圧(V)	種別
	Si	Mn	O	Fe			
1	0.8	0.1	0.5	残	1.0	<100	比較例
2	1.0	0.1	0.3	残	1.2	300	実施例
3	7.0	0.1	0.15	残	1.1	≥ 600	実施例
4	8.0	0.1	0.1	残	0.9	≥ 500	比較例
5	5.0	0.008	0.05	残	1.3	<100	比較例
6	5.0	0.01	0.1	残	1.2	200	実施例
7	5.0	0.2	0.35	残	1.1	400	実施例
8	5.0	0.3	0.5	残	0.8	≥ 500	比較例
9	4.0	0.15	0.04	残	1.5	100	比較例
10	4.0	0.15	0.05	残	1.4	200	実施例
11	4.0	0.15	0.6	残	1.1	400	実施例
12	4.0	0.15	0.7	残	0.7	≥ 500	比較例

【0024】(表1)より明らかなように、軟磁性合金粉末と絶縁性結着剤からなる複合磁性材料において、軟磁性合金粉末の組成が、1wt% \leq Si \leq 7wt%で、かつ0.05wt% \leq O \leq 0.6wt%、0.01wt% \leq Mn \leq 0.2wt%で残部がFeであるときに優れたL値、絶縁耐電圧を実現していることが分かる。

【0025】(実施例2)軟磁性合金粉末として、(表2)に示す金属磁性粉末を水アトマイズ法で作成した。平均粒径はすべて10~20 μ mで、保磁力Hcは600~1000A/mであった。得られた粉末にシリコン樹脂を3.5重量部加えて良く混合し、メッシュを通して整粒した。次に、1mm径の被覆銅線を用いて、内径5.5mmの2段積み4.5ターンコイルを準備した。

整粒粉末を、金型にコイルと共にに入れて、圧力約5t/cm²で加圧成形し、金型より取り出した後、約150℃にて約1時間加熱処理して、硬化させた。そして、サイズ12.5mm×12.5mm×厚さ3.4~3.6mmのコイル内蔵磁性素子を得た。

【0026】インダクタンスL値を周波数500kHz、電流値30Aで測定した。またコイルが埋設された磁性素子で重要な特性であるコイルとコア間の絶対耐電圧は、電圧100~500Vまで100V刻みで高くしながら電気抵抗を測定し、電気抵抗が急激に低下する電圧を求め、その直前の電圧をもって絶縁耐電圧とした。用途によって若干異なるが、インダクタンスL値が1.0 μ H以上、好ましくは1.2 μ H以上、かつ絶縁耐電

圧200V以上が必要となる。評価結果を(表2)に示す。

【0027】

【表2】

試料No.	組成 (wt%)					L値 (μH)	絶縁耐電圧 (V)	種別
	Si	Mn	C	O	Fe			
13	0.8	0.08	0.1	0.5	残	1.1	<100	比較例
14	1.0	0.08	0.1	0.35	残	1.3	200	実施例
15	7.0	0.08	0.1	0.2	残	1.2	300	実施例
16	8.0	0.08	0.1	0.1	残	0.8	≥500	比較例
17	2.0	0.008	0.15	0.3	残	1.4	<100	比較例
18	2.0	0.01	0.15	0.35	残	1.3	200	実施例
19	2.0	0.2	0.15	0.5	残	1.4	300	実施例
20	2.0	0.3	0.15	0.6	残	0.9	≥500	比較例
21	3.0	0.1	0.03	0.5	残	1.1	200	比較例
22	3.0	0.1	0.04	0.4	残	1.3	300	実施例
23	3.0	0.1	0.2	0.2	残	1.5	400	実施例
24	3.0	0.1	0.3	0.1	残	1.1	≥500	比較例
25	4.5	0.2	0.08	0.04	残	1.6	<100	比較例
26	4.5	0.2	0.08	0.05	残	1.4	200	実施例
27	4.5	0.2	0.08	0.6	残	1.2	400	実施例
28	4.5	0.2	0.08	0.7	残	0.9	≥500	比較例

【0028】(表2)の結果から明らかなように、軟磁性合金粉末と絶縁性結着剤からなる複合磁性材料において、軟磁性合金粉末の組成が、 $1\text{ wt}\% \leq \text{Si} \leq 7\text{ wt}\%$ で、かつ $0.05\text{ wt}\% \leq \text{O} \leq 0.6\text{ wt}\%$ 、 $0.01\text{ wt}\% \leq \text{Mn} \leq 0.2\text{ wt}\%$ 、 $0.01\text{ wt}\% \leq \text{C} \leq 0.2\text{ wt}\%$ で残部がFeであるときに、優れたL値および絶縁耐電圧を実現していることが分かる。

【0029】(実施例3)(表3)に示す軟磁性合金粉末を、水アトマイズ法で作成した。平均粒径はすべて8〜20μmであった。得られた粉末に、ビスフェノールA型樹脂を3重量部加えて良く混合し、メッシュを通して整粒した。次に、0.8mm径の被覆銅線を用いて、内径4mmの2段積み3.5ターンコイルを準備した。整粒粉末を、金型にコイルと共に入れて、圧力約3t/cm²で加圧成形し、金型より取り出した後、約120

℃にて約1時間加熱処理して硬化させた。そして、サイズ10mm×10mm×厚さ3.4〜3.6mmのコイル内蔵磁性素子を得た。インダクタンスL値を周波数500kHz、電流値30Aで測定した。またコイルが埋設された磁性素子で重要な特性であるコイルとコア間の絶対耐電圧は、電圧100〜500Vまで100V刻みで高くしながら電気抵抗を測定し、電気抵抗が急激に低下する電圧を求め、その直前の電圧をもって絶縁耐電圧とした。用途によって若干異なるが、インダクタンスL値0.8μH以上、好ましくは1.0μH以上、かつ絶縁耐電圧200V以上が必要となる。評価結果を(表3)に示す。

【0030】

【表3】

試料 No.	成分 A	組成 (wt%)					L 値 (μ H)	絶縁耐電 圧 (V)	種別
		成分 A	Mn	C	O	Fe			
29	無	-	0.1	0.007	0.5	残	1.1	<100	比較例
30	Al	0.8	0.1	0.007	0.4	残	1.0	100	比較例
31	Al	1.0	0.1	0.007	0.33	残	0.9	400	実施例
32	Al	7.0	0.1	0.007	0.33	残	0.8	≥ 500	実施例
33	Al	8.0	0.1	0.007	0.3	残	0.7	≥ 500	比較例
34	Si	4.0	0.008	0.01	0.15	残	1.1	<100	比較例
35	Si	4.0	0.01	0.01	0.2	残	1.1	300	実施例
36	Si	4.0	0.2	0.01	0.25	残	1.0	400	実施例
37	Si	4.0	0.25	0.01	0.25	残	0.5	≥ 500	比較例
38	Si	4.0	0.05	0.008	0.45	残	0.9	≥ 500	実施例
39	Si	4.0	0.05	0.01	0.3	残	1.1	≥ 500	実施例
40	Si	4.0	0.05	0.2	0.25	残	1.2	300	実施例
41	Si	4.0	0.05	0.25	0.2	残	1.2	<100	比較例
42	Ni	6.0	0.07	0.01	0.04	残	1.2	100	比較例
43	Ni	6.0	0.07	0.01	0.05	残	1.1	300	実施例
44	Ni	6.0	0.07	0.01	0.6	残	1.0	400	実施例
45	Ni	6.0	0.07	0.01	0.7	残	0.7	≥ 500	比較例
46	Cr	3.5	0.12	0.007	0.5	残	0.8	≥ 500	実施例
47	Nb	3.5	0.12	0.007	0.3	残	1.0	≥ 500	実施例
48	Ca	3.5	0.12	0.007	0.4	残	0.9	≥ 500	実施例
49	Ti	3.5	0.12	0.007	0.5	残	0.9	≥ 500	実施例
50	Mg	3.5	0.12	0.007	0.4	残	0.8	≥ 500	実施例

【0031】(表3)の結果から明らかなように、軟磁性合金粉末と絶縁性結着剤からなり、熱処理を施した複合磁性材料において、軟磁性合金粉末の組成が、1wt% \leq 成分A \leq 7wt%で、かつ0.05wt% \leq 酸素(O) \leq 0.6wt%、0.01wt% \leq マンガン(Mn) \leq 0.2wt%で残部が鉄(Fe)であり、成分Aとしてシリコン(Si)、アルミ(Al)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、ニオブ(Nb)、カルシウム(Ca)、チタン(Ti)、マグネシア(Mg)であるとき、優れたL値、絶縁耐電圧を実現していることが分かる。また、好ましくは、0.01wt% \leq カーボン(C) \leq 0.2wt%のときである。

【0032】(実施例4)組成が、Si=3.5wt%、O=0.3wt%、Mn=0.1wt%で残部がFeであり、(表4)に示すように粒径が異なる軟磁性合金粉末を水アトマイズ法で作成した。これらの粉末に、

シリコン樹脂を1.5重量部加えて良く混合し、メッシュを通して整粒した。この整粒を、金型中にて、約8t/cm²の圧力で加圧成形し、金型より取り出した後、約850℃にてN₂中、約1時間加熱処理して、トロイダルコア形状の圧粉磁芯を得た。この圧粉磁芯について、透磁率、コア損失、直流重量を測定した。透磁率は、LCRメーターで周波数100kHzで測定し、コア損失は、交流B-Hカーブ測定器を用いて、測定周波数100kHz、測定磁束密度0.1Tで測定した。

【0033】用途によって若干異なるが、チョークコイルでは、測定周波数100kHz、測定磁束密度0.1Tでコア損失2000kW/m³以下、初透磁率は60以上必要とされるが、より好ましくはコア損失1500kW/m³以下である。

【0034】

【表4】

試料No.	粒径 (μm)	保磁力 H_c (A/m)	透磁率	コア損失 (kW/m^3)	種別
5 1	1	1100	50	900	比較例
5 2	2	800	60	800	実施例
5 3	10	500	70	1200	実施例
5 4	50	400	80	1500	実施例
5 5	60	400	100	1700	実施例
5 6	100	250	120	1900	実施例
5 7	110	200	130	2300	比較例
5 8	10	400	80	1100	実施例
5 9	10	1200	70	1800	実施例
6 0	10	1300	70	2400	比較例

【0035】(表4)の結果から明らかなように、平均粒径が $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下のとき、好ましくは、 $1\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下のとき、低損失を実現していることがわかる。また、軟磁性合金粉末の保磁力が $1200\text{A}/\text{m}$ 以下のとき、低損失を実現していることがわかる。

【0036】(実施例5)組成が、 $\text{Al}=3.0\text{wt}\%$ 、 $\text{O}=0.2\text{wt}\%$ 、 $\text{Mn}=0.2\text{wt}\%$ で残部が Fe であり、(表5)に示すように粒径が異なる軟磁性合金粉末をガスアトマイズ法で作成した。これらの粉末に、シリコン樹脂を1.5重量部加えて良く混合し、メッシュを通して整粒した。この整粒粉末を金型中にて、約 $8\text{t}/\text{cm}^2$ の圧力で加圧成形し、金型より取り出した後、約 820°C にて N_2 中、約1時間加熱処理してト

ロイダルコア形状の圧粉磁芯を得た。このようにして得られた圧粉磁芯について透磁率、コア損失、直流重畳を測定した。透磁率は、LCRメーターで周波数 200kHz で測定し、コア損失は交流B-Hカーブ測定器を用いて測定周波数 200kHz 、測定磁束密度 0.1T で測定した。

【0037】用途によって若干異なるがチョークコイルでは、測定周波数 200kHz 、測定磁束密度 0.1T でコア損失 $6000\text{kW}/\text{m}^3$ 以下、初透磁率は60以上必要とされるが、より好ましくはコア損失 $4000\text{kW}/\text{m}^3$ 以下である。

【0038】

【表5】

試料No.	粒径 (μm)	透磁率	コア損失 (kW/m^3)	種別
6 1	1	45	3000	比較例
6 2	2	60	3200	実施例
6 3	10	70	3500	実施例
6 4	50	75	4000	実施例
6 5	60	85	6000	実施例
6 6	100	105	7000	実施例
6 7	110	130	10000	比較例

【0039】(表5)の結果から明らかなように、平均粒径が $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下のとき、好ましくは $1\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下のとき、低損失を実現していることが分かる。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、絶縁性および磁気特性を有した複合磁性材料を提供することができる。この複合磁性材料は、トランスやチョークコイル等の小型化あるいは高周波領域での使用に十分適応できる。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H01F 1/22

識別記号

F I

H01F 1/14

テーマコード(参考)

Z

(72)発明者 井上 修
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 加藤 純一
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
F ターム(参考) 4K018 AA24 BA13 BD01 FA08 GA04
KA44
5E041 AA11 AC05 CA01 HB11

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-289417

(43)Date of publication of application : 04.10.2002

(51)Int.Cl.

H01F 1/14
B22F 1/00
B22F 3/00
C22C 38/00
C22C 38/50
H01F 1/22

(21)Application number : 2001-123837

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 23.04.2001

(72)Inventor : MATSUTANI SHINYA
TAKAHASHI TAKESHI
INOUE OSAMU
KATO JUNICHI

(30)Priority

Priority number : 2001009783 Priority date : 18.01.2001 Priority country : JP

(54) COMPOSITE MAGNETIC MATERIAL, MAGNETIC DEVICE, AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a composite magnetic material which is highly excellent in insulation properties and magnetic characteristics to be adaptable for a reduction in the size of a transformer, a choke coil or the like or for use in a high-frequency range.

SOLUTION: The composite magnetic material is composed of soft magnetic alloy powder and an insulating binder. The composition of the soft magnetic alloy powder is represented by formulas, $1 \text{ wt.}\% \leq \text{component A} \leq 7 \text{ wt.}\%$, $0.05 \text{ wt.}\% \leq \text{oxygen(O)} \leq 0.6 \text{ wt.}\%$, $0.01 \text{ wt.}\% \leq \text{manganese(Mn)} \leq 0.2 \text{ wt.}\%$, and residual wt.% = iron (Fe), wherein the component A contains at least one element selected out of silicon(Si), aluminum(Al), chrome(Cr), nickel(Ni), niobium(Nb), calcium(Ca), titanium(Ti), and magnesium(Mg), so that the composite magnetic material having the superior insulating and magnetic properties can be obtained.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]